

Title	情報量規準による回帰モデルの選択 (多次元統計解析の数理的研究)
Author(s)	橋本, 明浩; 本田, 正幸; 井上, 隆勝; 田栗, 正章
Citation	数理解析研究所講究録 (1979), 345: 52-60
Issue Date	1979-02
URL	http://hdl.handle.net/2433/104322
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

情報量規準による回帰モデルの選択

千葉大(理) 橋本 明浩 (理) 本多 正幸

(工) 井上 隆勝 (理) 田栗 正章

はじめに 近年様々な分野で各種の情報量規準(以下IC)が使用されかなりの効果をあげている。ところがこのICのふるまいについてある程度考察が行なわれているものもあるが未知なものも多い。そこで線形重回帰モデルを対象としてICを用いるモデル選択(即ち重回帰分析に於ける変数選択)の数値実験を行ないその性質を数値的に検証するとともに理論的な考察をも加える。

2. 評価の方式 本来各ICはそれ固有の目的のために提案された統計量であって単に重回帰モデルの選択に際して一律にICを使用することは十分留意しなければならない。しかし一応我々はこの問題に以下のICを用いることにする。更にこの場合各ICに対して仮説検定と予測という2つの観点からの評価が存在する。従って一概に良悪は判定できないが与えられた評価方式下ではどのICがどの条件下でbetterであ

るかは議論することはできよう。そこで本報告では仮説検定の一観点として、各ICを用いてモデルの選択を行なった際に真のモデルを採択した割合（以下の中率）を評価基準とした。

§3. 実験方法

3-1 考察の対象とするモデル

線形回帰モデル; $Y = X_{\theta} \beta_{\theta} + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_{nm})$

$$\text{但し} \quad Y = \begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{1m} \\ y_{21} \\ y_{2m} \\ \vdots \\ y_{n1} \\ y_{nm} \end{bmatrix} \quad X_{\theta} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{q1} \\ 1 & x_{1m} & \cdots & x_{qm} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \cdots & x_{qn} \end{bmatrix} \quad \beta_{\theta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_q \end{bmatrix} \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{1m} \\ \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{2m} \\ \vdots \\ \varepsilon_{n1} \\ \varepsilon_{nm} \end{bmatrix}$$

n : 異なるサンプル点数

m : 各サンプル点での繰返し数

3-2 対象とするIC

1 CP0; $CP0 = RSS_p / \sigma^2 + 2p - N$

2 CP1; $CP1 = RSS_p / \hat{\sigma}_q^2 + 2p - N$

3 AIC^{*(2)}; $AIC = N \log RSS_p + 2p$

4 CAI^{*(3)}; $c\text{-}AIC = N \log RSS_p + \frac{2N(p+1)}{N-p-2}$

5 HAI; $H\text{-}AIC = N \log RSS_p + \frac{2\hat{\sigma}^2}{RSS_p/N}$

6 BIC^{*(4)}; $BIC = N \log RSS_p + p \log N$

7 TIC^{*(5)}; $TIC = \frac{1}{N} Y^t (I_N - Q_p) Y +$

8 FST; $F = \frac{Y^t Q_p Y / p}{Y^t (I_N - Q_p) Y / (N-p)}$

$2 \operatorname{tr} [(\frac{1}{N} X_p^t X_p)^{-1} S_p]$

9 PSS^{*(6)}; $PSS = \sum_{\alpha=1}^N \{ (y_{\alpha} - \hat{y}_{\alpha}) / (1 - c_{\alpha}) \}^2$

c_{α} : α -th diag. of Q_p

ただし $Q_p = X_p (X_p^t X_p)^{-1} X_p^t \quad N = m n$

$RSS_p = Y^t (I_N - Q_p) Y, \quad \hat{\sigma}_p^2 = RSS_p / (N-p) \quad \hat{\sigma}^2 = \begin{cases} \hat{\sigma}_q^2 & (m=1) \\ \sum_{i,j} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 / (m-1)n \end{cases}$

$S_p = \frac{1}{N} \sum_{\alpha=1}^N (y_{\alpha} x_{i\alpha} - \bar{y}_i \bar{x}_i) (y_{\alpha} x_{j\alpha} - \bar{y}_i \bar{x}_j)^2 \quad (i,j=1,\dots,p)$

* (1); Mallows [2], (2) Akaike [1], (3) Sugiyama [5], (4) Schwarz [4]

(5); Taga [6] (6) Okuno [3]

3-3 対象とするモデル(仮説)

$$TQ = 4$$

$X_0 X_1 X_2 X_3 X_4 X_5$	$X_0 X_1 X_2 X_3 X_4 X_5$	【例】
H(1): 1 0 0 0 0 0	H(2): 1 1 0 0 0 0	H(3) は X_0, X_1 をと
H(3): 1 0 1 0 0 0	H(4): 1 1 1 0 0 0	りこんだモデル;
H(5): 1 0 0 1 0 0	H(6): 1 1 0 1 0 0	$y = \beta_0 X_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon$
H(7): 1 0 1 1 0 0	*H(8): 1 1 1 1 0 0	を示す。
H(9): 1 1 1 1 1 0	H(10): 1 1 1 1 0 1	
H(11): 1 1 1 1 1 1	(TQ: 真のモデルの変数の数)	

【註】 1. H(8) 以降は真のモデルを含むモデルを考察する。

2. 各モデルごとのICの値を計算し最小(Fは最大)値を与えるモデルを選択する。

3-4 実験したケース

① $m=1, 4$ ② $n=32$ ③ $TQ=4, (3)$ $q=6$

④ $\sigma^2=1.0, 0.25, 0.01$ ⑤ $\beta^t=(1, \dots, 1)$

⑥ $X; (p=0.9, 0.3)$ $X^t X = \begin{bmatrix} nm & 0 \\ 0 & \text{斜線部分} \end{bmatrix}$ の斜線部分について以下 $X_{11} \sim X_{82}$ の15通り + 4通り

$$TQ=4$$

$$\begin{aligned}
 X_{11} &= \begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix} & X_{21} &= \begin{bmatrix} 1 & p & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ p & & & 1 \end{bmatrix} & X_{31} &= \begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & p \end{bmatrix} & X_{41} &= \begin{bmatrix} 1 & & & 0.3 \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ 0.3 & & & p \end{bmatrix} \\
 X_{51} &= \begin{bmatrix} 1 & p & & \\ p & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix} & X_{61} &= \begin{bmatrix} 1 & p & & 0.3 \\ p & 1 & & \\ & & 1 & \\ 0.3 & & & 1 \end{bmatrix} & X_{71} &= \begin{bmatrix} 1 & p & & \\ p & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & p \end{bmatrix} & X_{81} &= \begin{bmatrix} 1 & 0.9 & 0.9 & 0.9 & 0.9 \\ 0.9 & 1 & 0.9 & 0.9 & 0.9 \\ 0.9 & 0.9 & 1 & 0.9 & 0.9 \\ 0.9 & 0.9 & 0.9 & 1 & 0.9 \\ 0.9 & 0.9 & 0.9 & 0.9 & 1 \end{bmatrix} \\
 X_{52} &= \begin{bmatrix} 1 & p & & \\ p & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix} & X_{62} &= \begin{bmatrix} 1 & p & & 0.3 \\ p & 1 & & \\ & & 1 & \\ 0.3 & & & 1 \end{bmatrix} & X_{72} &= \begin{bmatrix} 1 & p & & \\ p & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & p \end{bmatrix} & X_{82} &= \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & & 0.3 \\ 0.3 & 1 & & \\ & & 1 & \\ 0.3 & & & p \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

X直交 (TQ=3)

$$\begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix}$$

X非直交 (TQ=3)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.95 & & \\ 0.95 & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix}$$

X直交 (TQ=4)

$$\begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix}$$

X非直交 (TQ=4)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.95 & & \\ 0.95 & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix}$$

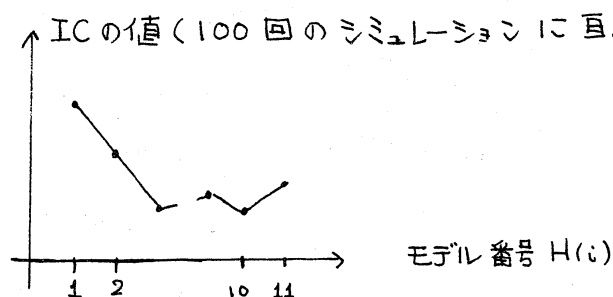
$$X_{82} = \begin{bmatrix} 1 & 0.3 & & 0.3 \\ 0.3 & 1 & & \\ & & 1 & \\ 0.3 & & & p \end{bmatrix}$$

上各ケースについて100回のシミュレーションを行なう。

§4 結果と考察

4-1 モデルの変化に対する IC の値の変化

100 回のシミュレーションに亘る各モデルごとの IC の平均を y 軸にモデル番号を x 軸にとると次のようなグラフ(パス)が得られる。



このパスについて次のことが報告できる。

- ① $X^t X$ の変化に対して上記パスは本来 $X_{11} \sim X_{82}$ の 15 通りになるはずであるが、TIC を除いて次の 4 通りに分かれる。

A タイプ; $X_{11} \sim X_{41}, X_{22} \sim X_{42}$ の 7 通り

B タイプ; X_{51}, X_{61}, X_{71} ($\rho = 0.9$) の 3 通り

C タイプ; $X_{52}, X_{62}, X_{72}, X_{82}$ ($\rho = 0.3$) の 4 通り

D タイプ; X_{81} の 1 通り

▶ 理由; CP_0 を例にと、て考えれば

$$CP_0 = X^2'(N-p, \lambda^2) + 2p - N$$

ここに $X^2'(N-p, \lambda^2)$ は自由度 $N-p$, 非心度 λ^2 の非心カイニ乗変数で $\lambda^2 = \beta_{TQ}^t X_{TQ}^t (I_N - Q_p) X_{TQ} \beta_{TQ} / \sigma^2 = \begin{cases} 0 & (P \geq TQ) \\ X_{TQ} \text{ のみ依存} & (P < TQ) \end{cases}$

である。従、て $H(i)$ の作り方より X_{TQ} にのみ依存する。

② m と σ^2 に対する変化について

- m の変化に対して、グラフ上のパスはほとんど不変である。

▷ 理由 1 例として AIC で考えれば、 $m=1$ での AIC は

$$AIC = n \log RSS_p + 2p \quad \text{また } m=4 \text{ では}$$

$$AIC \doteq 4n \log 4RSS_p + 2p = 4n \log RSS_p + 2p + 8n \log 2$$

故に、 $m=4$ の AIC は $m=1$ の AIC のほぼ一次式であるから Auto-Scaling の為にグラフ的には、ほとんど重なってしまう。

- σ^2 に対しても概形は類似している。

▷ 理由 今 $E\{\chi^2(N-p, \lambda^2)\} = N-p + \lambda^2$ であるから

$$E\{CPO(\sigma^2=1)\} = \lambda^2 + p, \quad E\{CPO(\sigma^2=0.01)\} = 100\lambda^2 + p$$

また $p \ll \lambda^2$ により、上と同種の議論となる。

(特に CPO, CP1, PSS は類似度が高い。)

③ IC に対して 4 種類のタイプ;

㊶ CPO, CP1, PSS のように RSS をもとにした形、

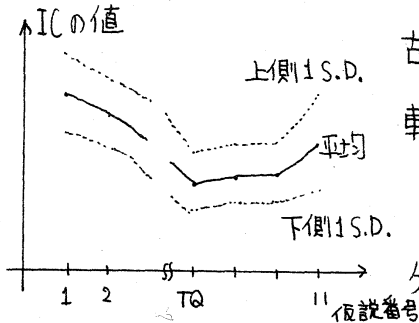
㊷ AIC, CAI, BIC, HAI のように $N \log RSS$ をもとにした形
とそれ以外の ㊸ FST ㊹ TIC と 分かれる。

▷ 理由 $+2p$ 部分が第 1 項に比べて小さい 為である。

④ パスのふらつきが、TQ をこえたところで AIC, CPO, etc
では生じる。これが的中率を下げているようである。

▷ 理由 例えば TQ をこえた CPO について $V\{CPO\} = 2(N-p)$

である。従ってCPOは \sqrt{N} のオーダーで変化することになる。



故に、定数部 + 2p の寄与があまり比較する際にきかなくなるからである。

またTQをこえた平均パスの傾きと

分散について実験的に次が成立してい

ることがわかった。

	AIC	PSS	TIC
傾き	ゆるやか	ゆるやか	急
分散	大	小	大

4-2 的中率について (付表I, II)

概括として No.2 X51~X81 ($m=1$, 相関: 大の: 大) という条件の良くない場合に於いては、どのICも的中率は低くなっている。

・ また各IC別に次のことがわかった。

4-2-1 CPO, CP1, AIC, CAI, HAI, BIC について.

- ① BIC はサンプル数が増えるとのち中率は高くなるが、他のICでは逆に下ることもある。

▷理由 $P_1 \triangleq P_1$ { 真のモデルを含むモデルを選択 }

$P_2 \triangleq P_2$ { 含まれるモデルを選択 }

とし、BICについてこれを評価してやれば、 $N \rightarrow \infty$ のとき

$P_1 \rightarrow 0$, $P_2 \rightarrow 0$ となることがわかる。即ち、BICによる選択

は一致性を有している。

② 真のモデルを含むモデルを選択し、真のモデルに含まれるモデルを選択することは No.2 X51~X81を除き極めて少ない。

▷ 理由 例えば CP1, X11 で $r_i \leq P_i\{H(i)\}$ を選択}とすると

$N \rightarrow \infty$ のとき (TQ = 4)

$$r_i \rightarrow 0 \quad (i < 8) \quad r_8 \rightarrow \alpha^2 \doteq 0.71 \quad r_i \rightarrow \alpha(1-\alpha) \doteq 0.13 \quad (i=9, 10)$$

$$r_{11} \rightarrow (1-\alpha)^2 \doteq 0.025 \quad (\text{但し } \alpha \doteq 0.843) \quad \text{で } P_2 \rightarrow 0, P_1 \rightarrow 0.29$$

③ No.2 の X51~X81を除き的中率は σ^2 の値に依存していない。

▷ 理由 H(8)以降のみ考える場合、例えば CP0 の大小比較は χ^2 変数の大小比較と同値である又、AIC の大小比較は $\log \chi^2$ の大小比較と同値となる故である。

4-2-2 TIC, FST について

① 実験的であるが TIC は真のモデルに含まれるモデルを選択する傾向がある。

② FST はこの数値実験の範囲内では的中率は極めて高い。

以上の①, ②について理由はまだ不明である。

4-2-3 PSS について

① No.2 の X51~X81の場合を除き 的中率は σ^2 に依存しない。

理由はまだ不明である。

表 I

THE RATES OF SELECTING THE TRUE MODEL

No.	σ^2	m	ρ	X	CPO	CPI	AIC	CAI	HAI	BIC	TIC	FST	PSS
1	1.00	4	0.00	X11	65 ³⁵	64 ³⁶	62 ³⁸	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	82 ¹⁸	100	61 ³⁹
				X21	67 ³³	65 ³⁵	64 ³⁶	67 ³³	69 ³¹	93 ⁷	74 ²⁶	100	61 ³⁹
				X31	79 ²¹	74 ²⁶	73 ²⁷	76 ²⁴	78 ²²	96 ⁴	82 ¹⁸	100	73 ²⁷
				X41	71 ²⁹	71 ²⁹	69 ³¹	71 ²⁹	72 ²⁸	95 ⁵	74 ²⁶	100	73 ²⁷
				X51	65 ³⁵	64 ³⁶	63 ³⁷	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	100 ⁰	93 ⁷	61 ³⁹
				X61	68 ³²	69 ³¹	69 ³¹	69 ³¹	70 ³⁰	92 ⁸	100 ⁰	94 ⁶	66 ³⁴
				X71	79 ²¹	74 ²⁶	73 ²⁷	76 ²⁴	78 ²²	96 ⁴	100 ⁰	93 ⁷	73 ²⁷
				X81	67 ³³	71 ²⁹	70 ³⁰	73 ²⁷	72 ²⁸	91 ⁹	100 ⁰	99 ¹	65 ³⁵
			0.30	X22	68 ³²	70 ³⁰	69 ³¹	70 ³⁰	72 ²⁸	93 ⁷	73 ²⁷	100	64 ³⁶
				X32	71 ²⁹	67 ³³	66 ³⁴	69 ³¹	68 ³²	95 ⁵	82 ¹⁸	100	66 ³⁴
				X42	57 ⁴³	57 ⁴³	55 ⁴⁵	58 ⁴²	59 ⁴¹	83 ¹⁷	73 ²⁷	100	56 ⁴⁴
				X52	65 ³⁵	64 ³⁶	63 ³⁷	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	97 ³	100	61 ³⁹
				X62	69 ³¹	65 ³⁵	64 ³⁶	70 ³⁰	69 ³¹	92 ⁸	94 ⁶	100	64 ³⁶
				X72	71 ²⁹	67 ³³	66 ³⁴	69 ³¹	68 ³²	95 ⁵	97 ³	100	66 ³⁴
				X82	68 ³²	67 ³³	67 ³³	70 ³⁰	70 ³⁰	95 ⁵	45 ⁵⁵	100	65 ³⁵
			0.90	X11	73 ²⁷	70 ³⁰	67 ³³	79 ²¹	80 ²⁰	80 ²⁰	77 ²¹	2 ⁹⁶	53 ⁴⁷
				X21	68 ³²	67 ³³	65 ³⁵	75 ²⁵	78 ²²	80 ²⁰	72 ²⁷	1 ⁹³	58 ⁴²
				X31	78 ²²	75 ²⁵	71 ²⁹	82 ¹⁸	85 ¹⁵	85 ¹⁵	77 ²¹	2 ⁹⁵	66 ³⁴
				X41	73 ²⁷	75 ²⁵	72 ²⁸	85 ¹⁵	87 ¹³	87 ¹³	69 ³⁰	1 ⁹⁵	71 ²⁹
				X51	23 ⁵⁰	24 ⁴⁷	20 ⁴⁸	33 ⁴⁹	36 ⁴⁶	45 ³⁹	100 ⁰	96 ²	23 ²⁷
				X61	20 ⁵⁵	27 ⁴⁹	17 ⁵¹	35 ⁴⁸	38 ⁴⁷	47 ³⁹	100 ⁰	99 ¹	23 ³⁷
				X71	23 ⁵⁵	24 ⁵³	20 ⁵²	34 ⁵²	36 ⁵¹	46 ⁴³	100 ⁰	95 ²	31 ⁴¹
				X81	52 ¹⁸	46 ²³	40 ²³	66 ¹⁷	69 ¹⁶	77 ¹²	100 ⁰	100 ⁰	52 ²⁰
			0.30	X22	71 ²⁹	74 ²⁶	71 ²⁹	81 ¹⁹	84 ¹⁶	84 ¹⁶	60 ³⁹	1 ⁹⁴	55 ⁴⁵
				X32	67 ³³	70 ³⁰	64 ³⁶	75 ²⁵	81 ¹⁹	81 ¹⁹	75 ¹⁹	6 ⁹⁴	56 ⁴⁴
				X42	73 ²⁷	74 ²⁶	69 ³¹	81 ¹⁹	82 ¹⁸	82 ¹⁸	60 ⁴⁰	19 ⁹⁴	57 ⁴³
				X52	73 ²⁷	70 ³⁰	67 ³³	80 ²⁰	80 ²⁰	80 ²⁰	97 ²	1 ⁹⁶	53 ⁴⁷
				X62	72 ²⁸	69 ³¹	69 ³¹	82 ¹⁸	83 ¹⁷	83 ¹⁷	92 ⁸	97 ³	56 ⁴⁴
				X72	67 ³³	70 ³⁰	64 ³⁶	75 ²⁵	81 ¹⁹	81 ¹⁹	97 ³	94 ⁶	56 ⁴⁴
				X82	72 ²⁸	67 ³³	65 ³⁵	83 ¹⁷	87 ¹⁷	86 ¹⁴	58 ⁴²	29 ⁹³	64 ³⁶
3	0.25	4	0.00	X11	65 ³⁵	64 ³⁶	62 ³⁸	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	21 ⁷⁹	100	61 ³⁹
				X21	67 ³³	65 ³⁵	64 ³⁶	67 ³³	69 ³¹	93 ⁷	14 ⁸⁶	100	61 ³⁹
				X31	79 ²¹	74 ²⁶	73 ²⁷	76 ²⁴	78 ²²	96 ⁴	21 ⁷⁹	100	73 ²⁷
				X41	71 ²⁹	71 ²⁹	69 ³¹	71 ²⁹	72 ²⁸	95 ⁵	14 ⁸⁶	100	73 ²⁷
				X51	65 ³⁵	64 ³⁶	63 ³⁷	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	100 ⁰	199	61 ³⁹
				X61	68 ³²	69 ³¹	69 ³¹	69 ³¹	70 ³⁰	93 ⁷	100 ⁰	298	66 ³⁴
				X71	79 ²¹	74 ²⁶	73 ²⁷	76 ²⁴	78 ²²	96 ⁴	100 ⁰	199	73 ²⁷
				X81	67 ³³	71 ²⁹	79 ²¹	73 ²⁷	73 ²⁷	95 ⁵	100 ⁰	892	65 ³⁵
			0.30	X22	68 ³²	70 ³⁰	69 ³¹	70 ³⁰	72 ²⁸	93 ⁷	14 ⁸⁶	100	64 ³⁶
				X32	71 ²⁹	67 ³³	66 ³⁴	69 ³¹	68 ³²	95 ⁵	21 ⁷⁹	100	66 ³⁴
				X42	57 ⁴³	57 ⁴³	55 ⁴⁵	58 ⁴²	59 ⁴¹	83 ¹⁷	14 ⁸⁶	100	56 ⁴⁴
				X52	65 ³⁵	64 ³⁶	63 ³⁷	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	80 ²⁰	100	61 ³⁹
				X62	69 ³¹	65 ³⁵	64 ³⁶	70 ³⁰	69 ³¹	92 ⁸	98 ²	100	64 ³⁶
				X72	71 ²⁹	67 ³³	66 ³⁴	69 ³¹	68 ³²	95 ⁵	80 ²⁰	100	66 ³⁴
				X82	68 ³²	67 ³³	67 ³³	70 ³⁰	70 ³⁰	95 ⁵	79 ³	100	65 ³⁵
			0.90	X11	73 ²⁷	70 ³⁰	67 ³³	79 ²¹	80 ²⁰	80 ²⁰	65 ³⁵	96 ⁴	53 ⁴⁷
				X21	68 ³²	67 ³³	65 ³⁵	75 ²⁵	78 ²²	80 ²⁰	50 ⁵⁰	96 ⁴	58 ⁴²
				X31	78 ²²	75 ²⁵	71 ²⁹	82 ¹⁸	85 ¹⁵	85 ¹⁵	65 ³⁵	96 ⁴	66 ³⁴
				X41	73 ²⁷	75 ²⁵	72 ²⁸	85 ¹⁵	87 ¹³	87 ¹³	44 ⁵⁶	97 ³	71 ²⁹
				X51	73 ²⁷	70 ³⁰	66 ³⁴	80 ²⁰	80 ²⁰	80 ²⁰	100 ⁰	1285	53 ⁴⁷
				X61	72 ²⁸	71 ²⁹	67 ³³	81 ¹⁹	82 ¹⁸	82 ¹⁸	100 ⁰	1088	53 ⁴⁷
				X71	78 ²²	76 ²⁴	70 ³⁰	82 ¹⁸	85 ¹⁵	85 ¹⁵	100 ⁰	1284	66 ³⁴
				X81	60 ⁴⁰	63 ³⁷	58 ⁴²	172 ²⁷	177 ²²	277 ²¹	100 ⁰	4056	58 ⁴²
4		1	0.00	X22	71 ²⁹	74 ²⁶	71 ²⁹	81 ¹⁹	84 ¹⁶	84 ¹⁶	44 ⁵⁶	96 ⁴	55 ⁴⁵
				X32	67 ³³	70 ³⁰	64 ³⁶	75 ²⁵	81 ¹⁹	81 ¹⁹	65 ³⁵	96 ⁴	56 ⁴⁴
				X42	73 ²⁷	74 ²⁶	69 ³¹	81 ¹⁹	82 ¹⁸	82 ¹⁸	44 ⁵⁶	96 ⁴	57 ⁴³
				X52	73 ²⁷	70 ³⁰	67 ³³	80 ²⁰	80 ²⁰	80 ²⁰	93 ⁷	96 ⁴	53 ⁴⁷
				X62	72 ²⁸	69 ³¹	69 ³¹	82 ¹⁸	83 ¹⁷	83 ¹⁷	93 ⁷	98 ²	56 ⁴⁴
				X72	67 ³³	70 ³⁰	64 ³⁶	75 ²⁵	81 ¹⁹	81 ¹⁹	93 ⁷	95 ⁵	56 ⁴⁴
				X82	72 ²⁸	67 ³³	65 ³⁵	83 ¹⁷	87 ¹³	86 ¹⁴	3169	95 ⁵	64 ³⁶
			0.30	X22	71 ²⁹	74 ²⁶	71 ²⁹	81 ¹⁹	84 ¹⁶	84 ¹⁶	44 ⁵⁶	96 ⁴	55 ⁴⁵
				X32	67 ³³	70 ³⁰	64 ³⁶	75 ²⁵	81 ¹⁹	81 ¹⁹	65 ³⁵	96 ⁴	56 ⁴⁴
				X42	73 ²⁷	74 ²⁶	69 ³¹	81 ¹⁹	82 ¹⁸	82 ¹⁸	44 ⁵⁶	96 ⁴	57 ⁴³
				X52	73 ²⁷	70 ³⁰	67 ³³	80 ²⁰	80 ²⁰	80 ²⁰	93 ⁷	96 ⁴	53 ⁴⁷
				X62	72 ²⁸	69 ³¹	69 ³¹	82 ¹⁸	83 ¹⁷	83 ¹⁷	93 ⁷	98 ²	56 ⁴⁴
				X72	67 ³³	70 ³⁰	64 ³⁶	75 ²⁵	81 ¹⁹	81 ¹⁹	93 ⁷	95 ⁵	56 ⁴⁴
				X82	72 ²⁸	67 ³³	65 ³⁵	83 ¹⁷	87 ¹³	86 ¹⁴	3169	95 ⁵	64 ³⁶

THE RATES OF SELECTING THE TRUE MODEL

No.	σ^2	m	ρ	X	CP0	CP1	AIC	CAI	HAI	BIC	TIC	FST	PSS		
5	0.01	4	0.00	X11	65 ³⁵	64 ³⁶	62 ³⁸	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	100	100	61 ³⁹		
				X21	67 ³³	65 ³⁵	64 ³⁶	67 ³³	69 ³¹	93 ⁷	100	100	61 ³⁹		
				X31	79 ²¹	74 ²⁶	73 ²⁷	76 ²⁴	78 ²²	96 ⁴	100	100	73 ²⁷		
				X41	71 ²⁹	71 ²⁹	69 ³¹	71 ²⁹	72 ²⁸	95 ⁵	100	100	73 ²⁷		
				X51	65 ³⁵	64 ³⁶	63 ³⁷	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	1000	100	61 ³⁹		
				X61	68 ³²	69 ³¹	69 ³¹	69 ³¹	70 ³⁰	93 ⁷	1000	100	66 ³⁴		
				X71	79 ²¹	74 ²⁶	73 ²⁷	76 ²⁴	78 ²²	96 ⁴	1000	100	73 ²⁷		
				X81	67 ³³	71 ²⁹	70 ³⁰	73 ²⁷	73 ²⁷	95 ⁵	1000	100	65 ³⁵		
			0.30	X22	68 ³²	70 ³⁰	69 ³¹	70 ³⁰	72 ²⁸	93 ⁷	100	100	64 ³⁶		
				X32	71 ²⁹	67 ³³	66 ³⁴	69 ³¹	68 ³²	95 ⁵	100	100	66 ³⁴		
				X42	57 ⁴³	57 ⁴³	55 ⁴⁵	58 ⁴²	59 ⁴¹	83 ¹⁷	100	100	56 ⁴⁴		
				X52	65 ³⁵	64 ³⁶	63 ³⁷	66 ³⁴	65 ³⁵	92 ⁸	199	100	61 ³⁹		
				X62	69 ³¹	65 ³⁵	64 ³⁶	70 ³⁰	69 ³¹	92 ⁸	1000	100	64 ³⁶		
				X72	71 ²⁹	67 ³³	66 ³⁴	69 ³¹	68 ³²	95 ⁵	199	100	66 ³⁴		
				X82	68 ³²	67 ³³	67 ³³	70 ³⁰	70 ³⁰	95 ⁵	100	100	65 ³⁵		
				6	1	0.00	X11	73 ²⁷	70 ³⁰	67 ³³	79 ²¹	80 ²⁰	80 ²⁰	100	96 ⁴
			X21				68 ³²	67 ³³	65 ³⁵	75 ²⁵	78 ²²	80 ²⁰	100	97 ³	58 ⁴²
			X31				78 ²²	75 ²⁵	71 ²⁹	82 ¹⁸	85 ¹⁵	85 ¹⁵	100	96 ⁴	66 ³⁴
			X41				73 ²⁷	75 ²⁵	72 ²⁸	85 ¹⁵	87 ¹³	87 ¹³	100	98 ²	71 ²⁹
			X51				73 ²⁷	70 ³⁰	66 ³⁴	80 ²⁰	80 ²⁰	80 ²⁰	1000	96 ⁴	53 ⁴⁷
X61	72 ²⁸	71 ²⁹	67 ³³				81 ¹⁹	82 ¹⁸	82 ¹⁸	1000	98 ²	53 ⁴⁷			
X71	78 ²²	76 ²⁴	70 ³⁰				82 ¹⁸	85 ¹⁵	85 ¹⁵	1000	96 ⁴	66 ³⁴			
X81	60 ⁴⁰	63 ³⁷	58 ⁴²				73 ²⁷	78 ²²	79 ²¹	1000	96 ⁴	58 ⁴²			
0.30	X22	71 ²⁹	74 ²⁶			71 ²⁹	81 ¹⁹	84 ¹⁶	84 ¹⁶	100	96 ⁴	55 ⁴⁵			
	X32	67 ³³	70 ³⁰			64 ³⁶	75 ²⁵	81 ¹⁹	81 ¹⁹	100	96 ⁴	56 ⁴⁴			
	X42	73 ²⁷	74 ²⁶			69 ³¹	81 ¹⁹	82 ¹⁸	82 ¹⁸	100	96 ⁴	57 ⁴³			
	X52	73 ²⁷	70 ³⁰			67 ³³	80 ²⁰	80 ²⁰	80 ²⁰	6337	96 ⁴	53 ⁴⁷			
0.90	X62	72 ²⁸	69 ³¹	69 ³¹	82 ¹⁸	83 ¹⁷	83 ¹⁷	1000	100	56 ⁴⁴					
	X72	67 ³³	70 ³⁰	64 ³⁶	75 ²⁵	81 ¹⁹	81 ¹⁹	6337	96 ⁴	56 ⁴⁴					
	X82	72 ²⁸	67 ³³	65 ³⁵	83 ¹⁷	87 ¹⁷	86 ¹⁴	100	96 ⁴	64 ³⁶					
	TQ= 3,4														
0-30	1.00	4	0.00	ORT.	33 ⁶⁷	32 ⁶⁸	32 ⁶⁸	33 ⁶⁷	35 ⁶⁵	49 ⁵¹	298	196 ³	32 ⁶⁸		
0-31			0.95	NON.	231 ⁶⁷	230 ⁶⁸	230 ⁶⁸	231 ⁶⁷	233 ⁶⁵	842 ⁵⁰	1000	1000	230 ⁶⁸		
0-40		4	0.00	ORT.	33 ⁶⁷	32 ⁶⁸	32 ⁶⁸	33 ⁶⁷	35 ⁶⁵	49 ⁵¹	199	97 ³	32 ⁶⁸		
0-41			0.95	NON.	231 ⁶⁷	230 ⁶⁸	230 ⁶⁸	231 ⁶⁷	233 ⁶⁵	842 ⁵⁰	1000	1000	230 ⁶⁸		

【註】 右肩の文字は真のモデルを含むモデルを選択した割合、左肩の文字は真のモデルに含まれるモデルを選択した割合。
参 考 文 献

- [1] Akaike. H. (1970) A.I.S.M. 22. p203
- [2] Mallows. C.L. (1973) Tech. 15. p661
- [3] Okuno. T. et al. (1976) 続多変量解析法 日科技連
- [4] Schwarz. G. (1978) A.S. 6.(2) p461~
- [5] Sugiura. N. (1978) Commun. S. A7.(1) p13~
- [6] Taga. Y. (1978) 統計的推論 山海堂